

Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN

APRESENTAÇÃO DE PROJETOS PARA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

para Loteamentos

Palavras-chave: Esgotamento sanitário. Esgoto sanitário.
Loteamentos, Tratamento de Esgoto



Sumário

1.	Apresentação	3
2.	Premissas.....	4
2.1.	Classificação por porte.....	4
2.2.	Tipos de tratamento por porte do empreendimento	5
2.3.	Caracterização do esgoto gerado	6
3.	Critérios de Projeto	6
3.1.	Da dinâmica de vazão entre EE e ETE.....	7
3.2.	Aspectos gerais	7
3.3.	Tratamento preliminar	10
3.3.1.	Caixa de chegada.....	10
3.3.2.	Gradeamento	10
3.3.3.	Caixa de areia e caixa de gordura.....	13
3.4.	Lodos ativados convencional	13
3.5.	Lodos Ativados com Aeração Prolongada	15
3.6.	Reator anaeróbio de manta de lodo com fluxo ascendente (UASB) seguido de <i>Wetlands</i> construído	16
3.7.	Reator em Batelada Sequencial (RBS).....	18
3.8.	Desinfecção	20
3.9.	Desaguamento do lodo	21
3.10.	Controle de odores.....	21
3.11.	Sistemas elétricos e de automação.....	21
3.12.	Tampas e aberturas.....	22
3.13.	Paisagismo e iluminação	22
4.	Operação das unidades de tratamento	23
5.	Do cumprimento legal para lançamento	24
6.	Bibliografia	25

1. Apresentação

Este documento objetiva orientar profissionais da área de engenharia e ao público geral interessado na elaboração e apresentação de proposta e de projeto de engenharia para implantação, ampliação ou melhorias de sistemas de tratamento de esgoto sanitário em loteamentos.

As orientações técnicas ora apresentadas foram retiradas ou adaptadas de normas já existentes com o intuito de facilitar o processo, definindo os requisitos mínimos e padronizando os conceitos técnicos e procedimentos para viabilizar o empreendimento proposto, no âmbito desta Companhia.

Por fim, que a elaboração de um projeto de engenharia estabeleça, por meio de seus elementos constitutivos, todas as características técnicas necessárias para a execução da obra, visando garantir a melhoria da qualidade de vida no quesito saúde pública e a mitigação de impactos ambientais causados pelo uso e ocupação do solo.

Versão	Revisão	Data
01	Emissão Inicial	Junho/2022

2. Premissas

2.1. Classificação por porte

As Estações de Tratamento de Esgoto – ETE para loteamentos serão classificadas por Categoria, conforme a população equivalente a ser atendida no projeto. A Tabela 1 faz um apanhado dos empreendimentos que tiveram análise aprovada pela CASAN nos últimos três anos, na Grande Florianópolis.

Tabela 1. Classificação das ETEs por categoria, em loteamentos, de acordo com a população equivalente.

Categoria	População de projeto (hab)	Número de empreendimentos	Número de empreendimentos acumulados	Percentual
A	Até 500	6	6	12%
B	501 - 1000	15	21	30%
C	1001 - 1500	7	28	14%
D	1501 - 3000	13	41	26%
E	maior que 3000	9	50	18%
-	Total	50	-	100%

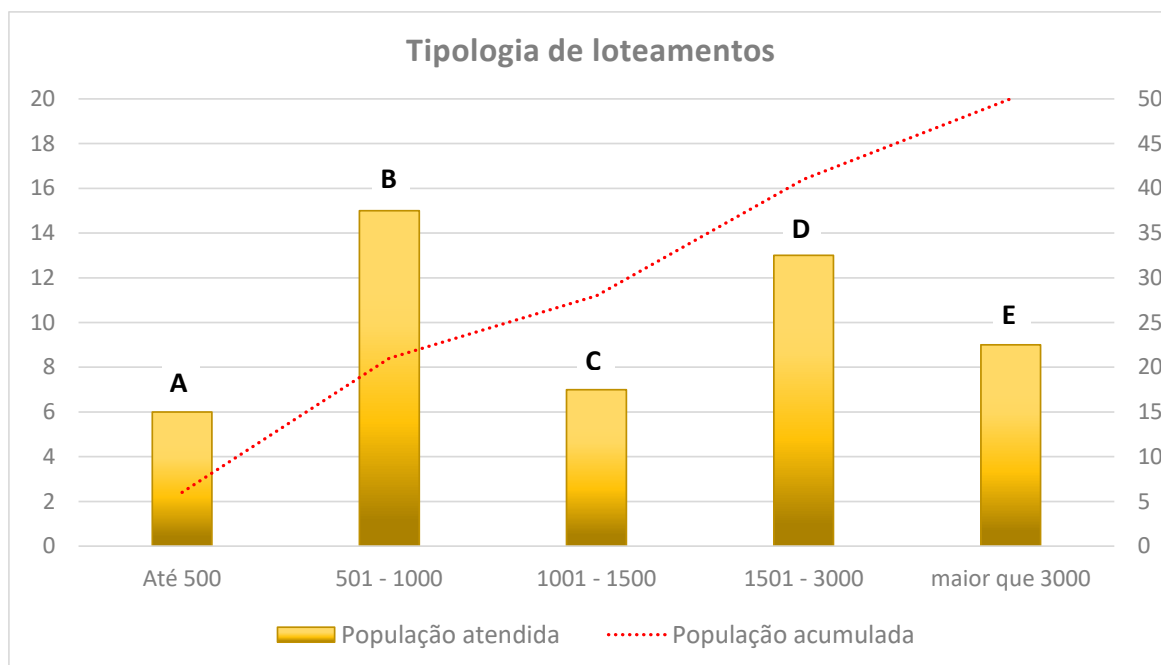


Figura 2. População equivalente por categoria de ETE e quantidade acumulada.

2.2. Tipos de tratamento por porte do empreendimento

Os sistemas de tratamento condominiais, onde se enquadram os sistemas aplicados a loteamentos, devem ser sistemas com simplicidade operacional, menor custo operacional possível e com eficiência suficiente para atender no mínimo os padrões de lançamento previstos na legislação.

Os projetos de ETE devem ser precedidos por uma avaliação da capacidade de diluição e autodepuração do corpo receptor, além de atender aos padrões de lançamento levando-se em consideração a legislação ambiental vigente (Resolução CONAMA N° 430/2011, Resolução do CONSEMA n° 182/2021, Lei Estadual 14.675/2009 - Código Ambiental/SC), para a vazão de projeto (final) e nas vazões de início de operação.

Levando em conta estas condições, tomando por base experiências e estudos realizados pela companhia, recomenda-se a utilização das tecnologias listadas a seguir, conforme o porte do empreendimento:

1. Reator anaeróbio seguido de Wetland (zona de raízes);
2. Lodos Ativados em Reator por Batelada Sequencial (SBR);
3. Lodos ativados convencional;
4. Lodos Ativados por aeração prolongada.

Tabela 2. Tipo de tratamento recomendado por categoria.

Categoria	População de projeto (hab)	Tipo de Tratamento Recomendado
A	Até 500	Reator anaeróbio seguido de Wetland (zona de raízes); Lodos Ativados por Reator por Batelada Sequencial (SBR)
B	501 - 1000	Reator anaeróbio seguido de Wetland (zona de raízes); Lodos Ativados por Reator por Batelada Sequencial (SBR)
C	1001 - 1500	Reator anaeróbio seguido de Wetland (zona de raízes); Lodos Ativados por Reator por Batelada Sequencial (SBR) Lodos ativados convencional Lodos Ativados por aeração prolongada
D	1501 - 3000	Reator anaeróbio seguido de Wetland (zona de raízes); Lodos Ativados por Reator por Batelada Sequencial (SBR) Lodos ativados convencional Lodos Ativados por aeração prolongada
E	maior que 3000	Reator anaeróbio seguido de Wetland (zona de raízes); Lodos Ativados por Reator por Batelada Sequencial (SBR) Lodos ativados convencional Lodos Ativados por aeração prolongada

2.3. Caracterização do esgoto gerado

Deverão ser apresentadas as características do esgoto sanitário, sendo recomendado a caracterização qualitativa do esgoto da ETE projetada, desde que haja esta possibilidade. Em se tratando de uma região em que não haja geração de esgoto no momento do projeto, pelo fato de ser um empreendimento novo, devem ser utilizadas as faixas recomendadas na NBR 12.209/2011.

Os parâmetros básicos mínimos são:

- a. Demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅) e demanda química de oxigênio (DQO);
- b. Sólidos em suspensão (SS) e sólidos em suspensão voláteis (SSV);
- c. Nitrogênio total *kjeldahl* (NTK);
- d. Fósforo total (P)
- e. Coliformes termotolerantes (CTer), e outros indicadores biológicos quando for pertinente;
- f. Temperatura.

3. Critérios de Projeto

Para a escolha do processo de tratamento da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), deverá ser levado em consideração os seguintes fatores: (1) o tipo de processo e configuração do reator, (2) as relações cinéticas aplicáveis, (3) tempo de retenção e carga de sólidos, (4) taxa de produção de lodo, (5) taxas de consumo e transferência de oxigênio, (6) a demanda de nutrientes, (7) a demanda de outros produtos químicos, (8) características de sedimentação do lodo, (9) operação de separação sólido líquido e (10) características do efluente (TCHOBANOUGLOUS *et al.*, 2003).

Deverão seguir e apresentar os seguintes requisitos básicos:

- Os projetos deverão seguir as normas da ABNT e da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento, prevalecendo as normas e exigências mais restritivas;
- Apresentar memorial de cálculo, contendo os estudos e dimensionamentos;
- Apresentar memorial descritivo do método construtivo, realizando estudo técnico, econômico, financeiro e ambiental;
- Caracterização do sistema de tratamento a ser aplicado, avaliação das opções e alternativas para o processo de tratamento e disposição final;

- O empreendedor deverá apresentar os dados da população residente, carga *per capita* de DBO, carga *per capita* sólidos suspensão (SS), consumo *per capita* de água, coeficiente de retorno, padrão de DBO para lançamento em corpo receptor;
- Levantamento planialtimétrico da área de instalação, detalhando a vegetação, acesso e circulação de veículos;
- A sondagem do terreno deverá seguir a NBR 6484/20 para o reconhecimento do solo, de forma a permitir a identificação das características do solo, o nível do lençol freático, a definição do tipo de fundação para as estruturas da ETE;
- Deverá apresentar plano de urbanização, legislação relativa ao uso e ocupação do solo;
- Deverá apresentar informações como: Localização e limite do empreendimento; População a ser atendida nas diversas etapas do plano; exigências ambientais a serem atendidas; e forma de disposição final dos subprodutos sólidos, local de disposição e eventuais usos;
- A estação de tratamento deverá ter capacidade para atendimento de todos os lotes contemplados no projeto da rede coletora;
- A estação de tratamento deverá ser concebida de forma a operar da maneira mais eficiente e autônoma possível, minimizando o consumo de energia elétrica e a necessidade de intervenções manuais da operação.

3.1. Da dinâmica de vazão entre EE e ETE

Na existência de emissário que conduza o efluente até a caixa de chegada da ETE, a estação elevatória (EE) final deverá ser dimensionada de maneira que sua vazão máxima seja condizente com a vazão de dimensionamento da ETE. É mandatório que a vazão possa ser ajustada por inversor de frequência, no que se refere a rotação da bomba em função do nível do poço da EE final, amenizando assim os picos de vazão.

O projeto de cada ETE deverá obrigatoriamente conter as unidades de remoção de sólidos grosseiros, de areia, de óleos e graxas (gordura) e sistema de medição de vazão supervisionado remotamente, dimensionadas para a vazão máxima e seguindo os critérios da NBR 12.209/2011.

3.2. Aspectos gerais

O *layout* da ETE deverá ser convenientemente estudado, procurando-se:

- a. Minimizar a área ocupada, distribuindo a ETE conveniente em módulos de tratamento, adequados em relação a população atendida;
- b. Em todas as unidades de tratamento devem ser previstas áreas para o acesso e passagem, para possibilitar a circulação, manutenção das estruturas da ETE, com a circulação e manobra de veículos;
- c. Projetar passarelas e pontos de inspeção que sejam acessíveis, seguros e fáceis às equipes de operação/manutenção e monitoramento. A altura da unidade do tratamento em relação à passarela deve permitir a fácil visualização e limpeza independente da estatura do operador;
- d. Não serão aceitas escadas do tipo marinho;
- e. As passarelas, guarda-corpo e escadas deverão ser em material resistente à corrosão, tais como aço inox, PRFV pultrudado, dentre outros;
- f. Deverá existir pátio para a carga e a descarga de materiais, equipamentos e, eventualmente, produtos químicos;
- g. Deverá ser previsto acesso ou estruturas para içamento e remoção dos equipamentos;
- h. A ETE deverá possuir *layout* equilibrado e agradável;
- i. O dimensionamento e detalhamento de todas as unidades para armazenamento de produtos químicos (alcalinizante, agentes desinfetantes, polímero, entre outros), ou dos resíduos deverá ser elaborado levando-se em consideração a capacidade do veículo de transporte que fará a carga ou descarga dessa unidade, bem como sua logística e prazo de validade de cada produto;
- j. Os compostos químicos utilizados devem ser armazenados levando em consideração aspectos de proteção e segurança inerentes aos mesmos (por exemplo: cobertura, bacia de contenção, pallets, etc), separando-os de outros materiais utilizados na ETE, em local seco e ventilado;
- k. Deve-se evitar perdas de carga e mudanças de fluxo nas interligações, além de considerar o efeito do envelhecimento, isto é, o decaimento e/ou perda de efetividade dos produtos enquanto nas tubulações;
- l. Prever proteção acústica para os locais que apresentarem níveis elevados de ruídos, como exemplo salas com bombas dosadoras, casa de sopradores etc. Deve-se assegurar que não se ultrapasse o limite de 45db(A) junto aos lotes residenciais mais próximos a ETE.
- m. Deverá ser indicado no projeto os pontos onde ocorrerão aplicação de

produtos químicos (desinfecção, tratamento físico-químico, alcalinizante, etc);

- n. A ETE deve apresentar dispositivos para controle da vazão (medição) de entrada em calha Parshall, com régua graduada (l/s e m³/h) e com transmissor de nível. O transmissor deverá ser do tipo ultrassônico, com invólucro à prova de tempo e de pó, para uso externo;
- o. Prever ponto de água potável próximo às unidades operacionais;
- p. Prever pontos para coleta do efluente em todas as unidades de tratamento, bem como do efluente final (tratado);
- q. Prever bacia de contenção para os tanques de produtos químicos na ETE. O volume da bacia de contenção deve ser suficiente para conter o volume total do tanque;
- r. Nos pontos em que tiverem locadas caçambas estacionárias para coleta de resíduos, prever trilhos para facilitar o deslocamento da caçamba, além de dispositivo de controle em casos de extravasamento utilizando piso impermeável, dreno com retorno para o sistema de tratamento e mureta com altura de 20 cm;
- s. Prever e indicar em projeto (plantas) destino adequado para as tubulações de limpeza (dreno/descarga de fundo) e extravasores;
- t. Prever espaço abrigado para estocagem de produtos químicos, próximo do local de utilização;
- u. No projeto deverá conter a descrição do sistema de esgotos sanitários, desde a rede coletora de esgotos, coletores-tronco, interceptores, eventuais estações elevatórias e linhas de recalque, emissários, ETE e emissário final;
- v. Deverá ser apresentado prancha do perfil hidráulico;
- w. Deverá ser apresentado prancha contendo perfil do emissário do efluente final;
- x. Deverá ser previsto locais para a disposição de resíduos sólidos provenientes do sistema de gradeamento, do desague do lodo e de outros possíveis resíduos a serem gerados na unidade de tratamento;
- y. Deverão ser previstos pontos de água potável no tratamento preliminar e em outros pontos estratégicos que o projetista considerar necessário para limpeza, em quantidade e pressão adequada, com sua devida identificação;
- z. Deverá ser prevista a drenagem de águas pluviais da área da ETE;
- aa. Deverá ser previsto acesso de veículos na ETE e pavimentação com lajotas

- (paver) nos acessos de veículos e de pedestres;
- bb. Não deverá ser utilizado aço carbono e PRFV devido à baixa durabilidade destes materiais quando utilizados em estações de tratamento de esgoto;
 - cc. A ETE deverá estar dotada de sistema by-pass entre uma unidade e outra: da caixa de chegada para o tratamento secundário e entre outras unidades a definir durante o projeto visando manutenção das estruturas;
 - dd. Todas as unidades de tratamento devem estar situadas acima da cota de inundação na região escolhida dentro do loteamento e afastada das margens de rios, em atendimento às exigências ambientais legais;
 - ee. Efluentes das edificações de apoio devem ser encaminhados para o sistema de tratamento;
 - ff. Os materiais utilizados, referentes aos tubos e conexões, devem atender às normas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

3.3.Tratamento preliminar

3.3.1. Caixa de chegada

A caixa de chegada do efluente deverá apresentar aberturas hermeticamente vedáveis, com materiais resistentes a corrosão e com boa vedação, de forma a evitar fuga de odores.

O emissário de esgoto bruto deve ser posicionado para que haja submersão de pelo menos 0,50 m na caixa de chegada, de forma a evitar o desprendimento de gases.

3.3.2. Gradeamento

O gradeamento tem como função principal a remoção de materiais grosseiros que são lançados indevidamente no sistema de esgoto, de forma a evitar danos ou a obstrução de equipamentos nos processos subsequentes, além de não impactar na eficiência do processo. As figuras 2 e 3 exemplificam a importância do gradeamento.



Figura 2. Exemplo de gradeamento por cesto e material retido.



Figura 3. Exemplo de gradeamento em canal de chegada e do material retido.

Deverá ser composto por duas grades sequenciais, sendo uma com maior espaçamento (grossa) e outra com menor espaçamento (fina). Após cada uma destas, deverão possuir grelhas de deposição dos resíduos sólidos retidos para drenagem da fase líquida. O espaçamento deverá ser de acordo com a tabela 2.



Figura 4. Exemplo de grelha para drenagem dos resíduos retirados do gradeamento.

Tabela 3. Espaçamento entre barras para grade grossa e fina, no tratamento preliminar.

Grade	Espaçamento entre barras (mm)
Grossa	40 - 100
Fina	10 - 20

Caso o tratamento preliminar seja em cota elevada, deverá ser previsto duto para entulho com finalidade de conduzir os resíduos sólidos retidos nas grades até o contentor, onde este, por sua vez, deverá ser locado embaixo desta unidade, conforme mostrado na Figura 4.



Figura 5. Exemplo de gradeamento em canal de chegada e do material retido.

Deverá ser prevista área no entorno do gradeamento de no mínimo 90 cm de largura para locomoção de pessoal, cuja finalidade está relacionada às atividades de manutenção.

A Companhia obriga a adoção de tampas para o fechamento do tratamento preliminar, com função tanto de evitar odores quanto para a proteção laboral. As tampas devem ser em material leve, como pultrudado, fibra de vidro com reforço ou ainda em aço inox. Tampas de concreto ou em aço carbono não serão aceitas devido ao elevado peso e a baixa durabilidade.

3.3.3. Caixa de areia e caixa de gordura

O desarenador (ou caixa de areia), tem como objetivo a remoção de materiais particulados por sedimentação, para a proteção de unidades subsequentes e evitar a formação de depósitos pesados em tanques de aeração, digestores aeróbios e canais, além da proteção das partes móveis de equipamentos contra abrasão e desgastes anormais.

A remoção da areia, é normalmente, efetuada em caixas de areias independentes e projetadas para separar fisicamente as partículas de areias das partículas orgânicas. Há três tipos genéricos de equipamentos para a separação de areia: de fluxo horizontal, com configuração tanto retangular como quadrada, aeradas ou de vórtice.

O desarenador deve ser dimensionado para a vazão máxima horária e para a remoção mínima de 95% em massa das partículas com diâmetro equivalente igual ou superior a 0,2 mm e densidade de 2,65.

As caixas de areia poderão apresentar duplo propósito, ou seja, integradas às caixas de gordura. Deverão ser previstas duas unidades paralelamente, cuja manobra se dará por comportas tipo *stop log*.

As caixas de gordura são mecanismos que permitem a separação de parte do material graxo presente no efluente, por meio de flotação natural, reduzindo a contração de óleos e graxas que estão presentes no esgoto sanitário.

3.4. Lodos ativados convencional

Por definição, o processo de tratamento de lodos ativados, é constituído pelos seguintes componentes básicos: um reator no qual os microrganismos responsáveis pelo tratamento são mantidos em suspensão e aerados; uma unidade de separação sólido-liquido e um sistema de recirculação dos sólidos separados no sedimentador para o reator.

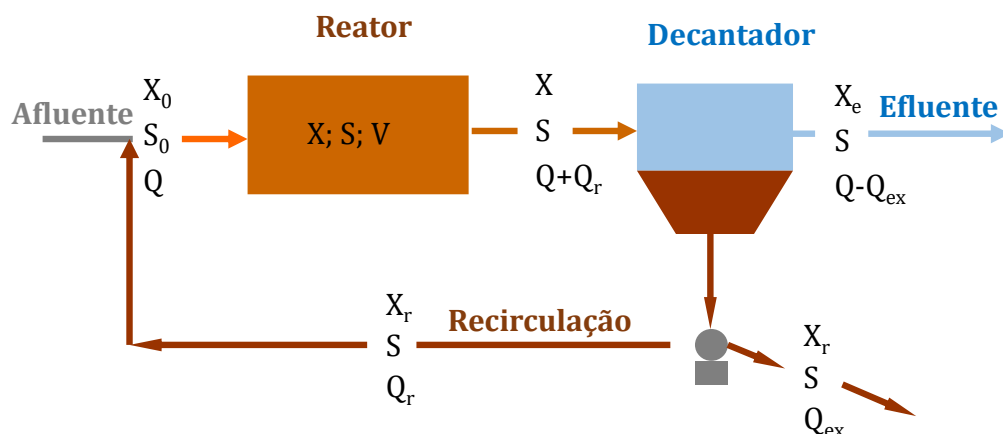


Figura 6. Fluxograma básico de um sistema de lodos ativados.

O sistema de lodos ativados indicados para situações em que são necessários uma elevada qualidade do efluente e reduzidos requisitos de área. A idade do lodo irá variar entre 4 a 15 dias e o tempo de retenção hidráulica no tanque se mantem em torno de 6 a 8 horas, atingindo uma remoção de DBO da ordem de 85 a 93% (JORDÃO e PESSÔA, 2011). São unidades básicas para um sistema de lodos ativados por aeração convencional (ver figura 6):

- i. decantador primário ou reator anaeróbio;
- ii. tanque de aeração;
- iii. decantador secundário;
- iv. adensador do lodo;
- v. digestor de lodo;
- vi. sistema para desague para o lodo.

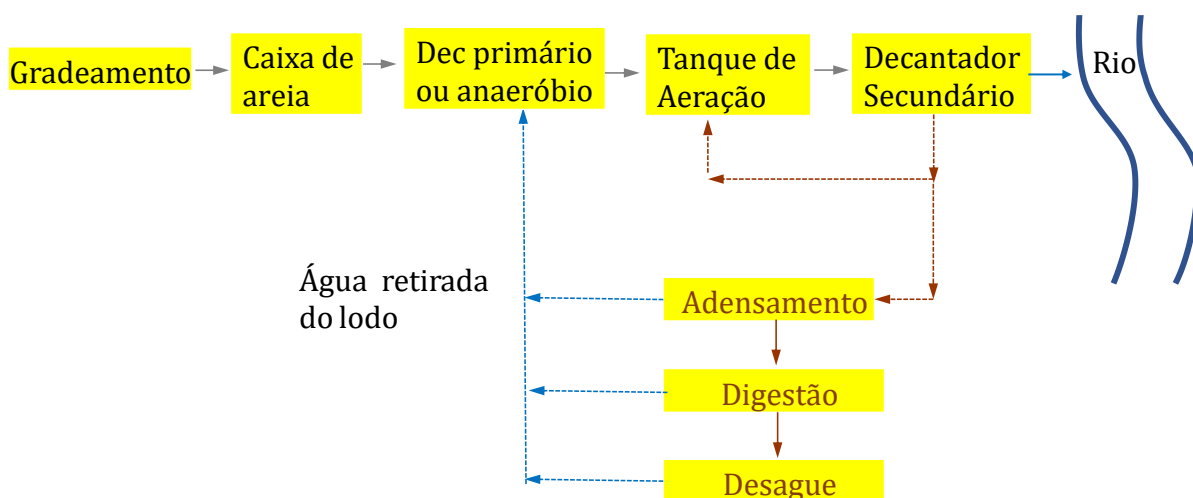


Figura 7. Fluxograma básico do sistema de lodos ativados aeração convencional.

É obrigatório que o dimensionamento das unidades siga todas as premissas da norma NBR 12.209/2011, em termos do dimensionamento hidráulico, da relação A/M, da idade do lodo, das taxas de aplicação de sólidos e velocidade ascensional para os decantadores secundários.

Considerar uma vazão média múltipla de 2,5 L/s para dimensionamento da ETE. Deverá ser apresentada planilha detalhada e aberta de dimensionamento de todas as unidades e interligações.

A companhia obriga que seja previsto em projeto duas bombas para a recirculação de lodo, sendo uma reserva quente e outra em operação. Logo, ambas devem ser dimensionadas para atender a vazão de recirculação desejada, conforme recomendação da NBR 12.209/2011.

As unidades de tratamento para as categorias **C** (entre 1001 a 1500 habitantes), **D** (entre 1501 a 3000 habitantes) e **E** (acima de 3000 hab) deverão ser modulares, de forma a garantir a eficiência do *start* operacional através de manobras, ou seja, cada unidade (exceção ao pré-tratamento e desinfecção) deve ser dividida em 02 (dois) módulos de igual capacidade (vazão), possibilitando a utilização de apenas 01 (um) quando necessário, com divisão da vazão a montante através de vertedor.

3.5.Lodos Ativados com Aeração Prolongada

O sistema de lodos ativados com aeração prolongada é caracterizado pelo maior tempo de permanência da biomassa no sistema, entre 18 a 30 dias. O tempo de detenção hidráulico, varia em torno de 16 a 24 h, devido à quantidade de biomassa no reator (em kg SSVT) ser maior que no sistema de lodos ativados convencional, sendo que a relação A/M deve atender aos critérios da NBR 12.209/11. A expectativa de remoção de DBO entre 90 a 97%. Este sistema exige maior área para construção e consumo de energia elétrica quando comparado com o convencional, no entanto não há necessidade de digestão do lodo, uma vez que a estabilização ocorre no próprio reator, devido a menor relação A/M e maior idade do lodo (critérios de projeto).

São unidades básicas para um sistema de lodos ativados por aeração convencional (ver figura 7):

- i. tanque de aeração;
- ii. decantador secundário;
- iii. adensador do lodo;
- iv. sistema para desagüe para o lodo.

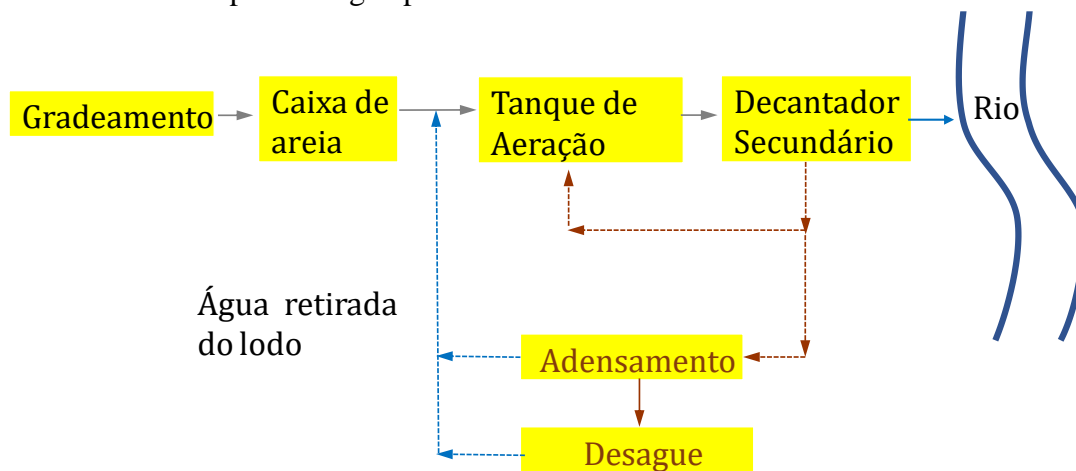


Figura 8. Fluxograma básico do sistema de lodos ativados aeração prolongada.

É obrigatório que o dimensionamento das unidades siga todas as premissas da norma NBR 12.209/2011, em termos do dimensionamento hidráulico, da relação A/M, da idade do lodo, das taxas de aplicação de sólidos e velocidade ascensional para os decantadores secundários.

3.6.Reator anaeróbio de manta de lodo com fluxo ascendente (UASB) seguido de *Wetlands* construído

O reator anaeróbio de manta de lodo com fluxo ascendente é a tecnologia anaeróbia mais comumente utilizada para o tratamento de esgotos sanitários. (CHERNICHARO, 2015). Atualmente é explorada a combinação de sistemas aeróbios como pós tratamento de efluentes de reatores anaeróbios, apresentando bons resultados de remoção de poluentes e um custo benefício positivo, envolvendo menos gastos com o sistema anaeróbio na sua implantação e na operação quando comparado a sistemas aeróbios. Todo o dimensionamento deverá considerar os critérios da NBR 12.209/2011.

Os sistemas *wetlands* construídos, utilizam plantas aquáticas (macrófitas) em substratos como areia, cascalho ou outro material inerte. Consiste em encaminhar através de uma rede de tubulações perfuradas o efluente decantado para um leito, poroso e úmido.

- O projeto deve apresentar as características construtivas como altura, diâmetro, comprimento, volume, camada de brita e camada filtrante e parâmetros operacionais de projeto, como vazão, alimentação, carregamento hidráulico e tempo de detenção hidráulica;
- Os parâmetros físicos e dinâmicos que são relevantes no projeto de *Wetland* Construído horizontal utilizados no Brasil são (PHILIPPI & SEZERINO, 2004):
 - Vazão de efluente a ser tratado;
 - tempo de retenção hidráulico;
 - constante de reação;
 - material filtrante;
 - área superficial do filtro;
 - profundidade e geometria e
 - macrófitas;
- Deverá ser previsto/projetado um sistema de maneira que, caso um reator necessite ser retirado de operação para trabalhos de manutenção preventiva e/ou corretiva, o(s) outro(s) reator(es) ou o pós tratamento tenha(m) reserva suficiente para absorber a carga e vazão adicional;
- Para o reator anaeróbio, deverá ser apresentado dados como:
 - profundidade útil;
 - cota *per capita*;
 - Vazão Máxima $Q_{m\acute{a}x}$;
 - Vazão média Q_{med} ;
 - Tempo de detenção;
 - forma do reator e o número de unidades;
 - excesso de lodo descartado;
 - taxa total de produção de gás.
- Os reatores UASB devem ser dotados de tampas em material leve com vedação adequada, de modo a facilitar a limpeza das calhas. Também deve contar com tampas de acesso às câmaras de coleta de gás hermeticamente fechadas com vedação de borracha;
- Deverá ser previsto um sistema de tratamento de gases odorantes conforme previsto na NBR 12.209/2011;

- Para estações com vazão superior a 15 litros/segundo, o gás coletado do UASB deverá passar por um queimador de gás, devidamente projetado;
- A tubulação de distribuição do UASB não poderá dispor de bocal com redução;
- Terá que ser calculado no projeto sistema de retirada de espuma do interior dos separadores trifásicos sem a necessidade de abertura de tampas de inspeção durante a operação;
- Deverá ser instalado selo hídrico nas interligações das tubulações de *by-pass* do afluente, emissário e drenagem pluvial interligadas com efluente de reatores anaeróbios (*by-pass* dos pós tratamento ou emissários) para evitar odores e corrosão.

3.7.Reator em Batelada Sequencial (RBS)

O tratamento em RBS, variante de lodos ativados com operação em fluxo intermitente, constitui um sistema de mistura completa, de um único tanque, não necessitando da recirculação de lodo ativado (RLA), já que a aeração e a sedimentação ocorrem no mesmo tanque. Para utilização da chegada de esgoto de forma contínua na ETE (situação mais usual) é necessário que existam pelo menos dois tanques, de modo que enquanto um está na fase de enchimento o outro estará em algum momento da fase de trabalho, e vice-versa. O fluxograma geral é mostrado na figura 8.

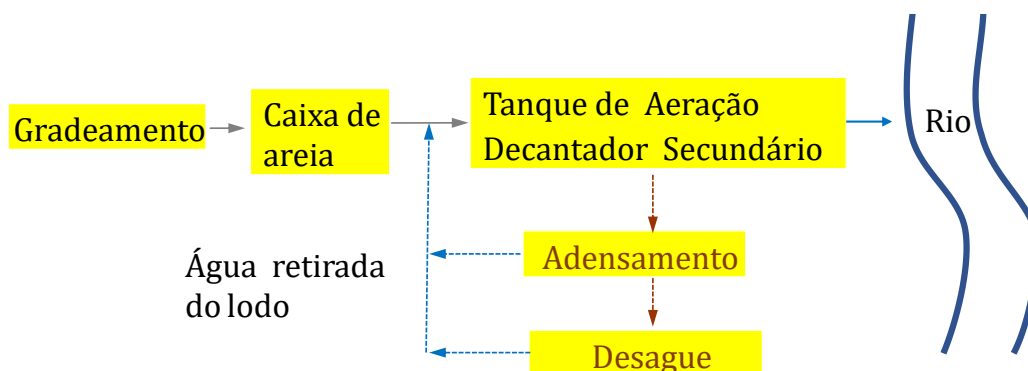


Figura 9. Fluxograma básico do sistema de lodos ativados RBS.

O tratamento por RBS segue as seguintes etapas:

1. Enchimento: etapa na qual o efluente bruto ou primário é adicionado ao reator e a biomassa consome o substrato em condições controladas;

2. Sedimentação: o reator é mantido em repouso, possibilitando a separação da fase sólido/líquido;
3. Fase de descarga: etapa na qual o efluente clarificado começa a ser retirado e a fase da espera, usado para ajustar o tempo entre o fim de um ciclo e o início de outro.

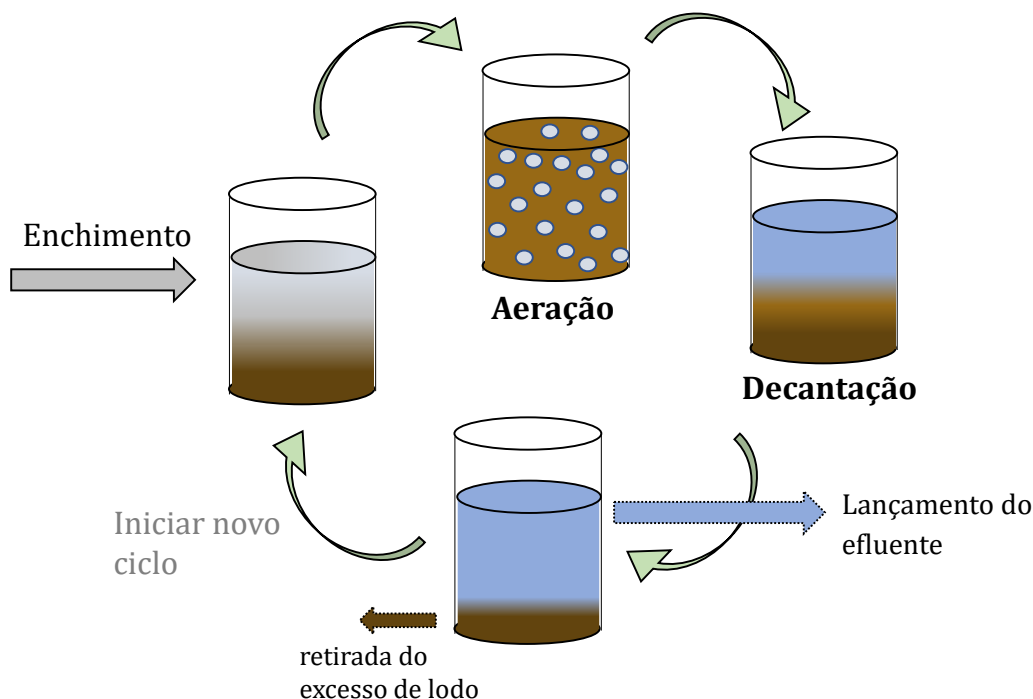


Figura 10. Expectativa do ciclo do reator em batelada sequencial.

Deve-se considerar no dimensionamento as vazões afluentes máxima e média, demanda bioquímica de oxigênio ou demanda química de oxigênio e sólidos em suspensão e demais recomendações da NBR 12.209/2011, a mencionar alguns aspectos relevantes para o projeto de sistema RBS:

- i. Obter dados de caracterização do efluente, definindo os fatores de segurança e a qualidade de efluente tratado;
- ii. Definir o número de tanques necessário para o RBS;
- iii. Definir tempo de retenção de reação/aeração, sedimentação e de descarga do efluente tratado;
- iv. Calcular tempo de enchimento e o tempo total do ciclo;
- v. Definir a concentração de sólidos em suspensão no tanque de aeração (SSTA) e calcular a fração de enchimento em relação ao volume total do reator;
- vi. Calcular a idade do lodo (tempo de retenção celular) para o projeto do RBS;
- vii. Calcular a quantidade de NTK que é nitrificada;

- viii. Calcular a concentração de biomassa nitrificante;
- ix. Calcular a demanda de oxigênio e a taxa média de transferência;
- x. Calcular DBO, quantidade de lodo produzido e de biomassa nitrificante;
- xi. Dimensionar o sistema de saída do efluente;
- xii. Prever automação do sistema para procedimento automático das etapas, podendo ser ajustado o tempo de cada etapa pelo operador;
- xiii. Elaborar um resumo do projeto.

O projeto deverá constar as concentrações desejadas de sólidos em suspensão do tanque de aeração (SSTA) e sólidos em suspensão da recirculação de lodo (SSrec), a idade do lodo, a relação A/M, a geração do lodo, a potência e o número de aeradores, ou de difusores, tal como no dimensionamento do processo de lodos ativados.

3.8.Desinfecção

A desinfecção é, normalmente, obtida através de (1) agentes químicos, como o cloro e seus derivados e (2) radiação não ionizante, como a radiação ultravioleta (UV). Deve-se considerar as exigências ambientais, legais e de saúde pública aplicáveis.

Para controle de ação da desinfecção, devem ser adotadas um ou mais dos seguintes indicadores:

- a. NMP (número mais provável) de coliformes totais (CT)/100mL;
- b. NMP de coliformes fecais ou termotolerantes (CF, Cter)/100mL;
- c. Concentração de *escherichia coli* (EC)/100mL;
- d. Concentração estreptococos fecais (EsF)/100mL;
- e. Concentração de enterococos (EnF)/100mL;

No tanque de contato deve ser previsto tubulação para descargas de fundo (dreno para limpeza periódica).

Na entrada do tanque de contato prever dispositivo hidráulico ou mecânico que promova a mistura eficiente do cloro com a massa líquida.

Para aplicação da solução de composto à base de cloro ao esgoto deve ser feita:

- a. Elevada turbulência hidráulica, através de difusores no interior da tubulação de aplicação, ou estrutura de ressalto hidráulico;

- b. Elevada turbulência provocada por agitação mecânica.

3.9. Desaguamento do lodo

Para a retirada de lodo, deverá ser previsto um tanque de acúmulo com capacidade de receber o lodo excedente do sistema por um período mínimo de 15 dias. O tanque deve permitir o retorno (recirculação) do lodo para o sistema de tratamento através de bombeamento ou por gravidade. O tanque deve ser vedado para impedir a exalação de odores.

Além do tanque de acúmulo, deverão ser projetados leitos de secagem com tempo mínimo de ciclo de 25 dias.

Para ETE com vazão igual ou superior a 15 litros/segundo, poderá ser proposto outro sistema para desaguamento do lodo.

3.10. Controle de odores

Os odores que ocorrem no esgoto doméstico são provenientes principalmente da decomposição da matéria orgânica, sendo que na concepção do projeto deve-se prever medidas para minimizar o problema de geração de odores. Segundo a NBR 12.209/2011 o sistema de tratamento de odores é parte da concepção do projeto das ETE.

3.11. Sistemas elétricos e de automação

A ETE local deverá possuir nível de automação suficiente para dispensar a presença do operador, de forma a obter as informações mais críticas à distância, tais quais:

- i. Status das bombas e equipamentos (aeradores etc) – liga, desliga e falha;
- ii. Nível da(s) estação(ões) elevatória(s);

No caso de concepção por reatores sequenciais em batelada (RBS) existem informações adicionais para o sistema supervisório, como o nível dos tanques.

O projeto elétrico e de automação deve seguir as orientações descritas no documento “**CRITÉRIOS GERAIS DE PROJETO PARA SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO_R10**”, anexo ao Manual do Empreendedor.

3.12. Tampas e aberturas

No que se refere as tampas e locais de inspeção, é importante seguir as seguintes premissas:

- Utilizar materiais resistentes a corrosão e com boa vedação, de forma a evitar fuga de odores. A recomendação da companhia é a colocação de tampas em pultrudado, fibra de vidro reforçada ou aço INOX. Tampas de concreto não serão permitidas em locais com abertura frequente, como grades, caixa de areia e pontos de inspeção e tampas de estações elevatórias;
- Reiterando que as tampas não devem ser pesadas, a exemplo das tampas de concreto, que em muitos casos necessitam mais de uma pessoa para abrir e há risco de quebra, pelas características do material.

3.13. Paisagismo e iluminação

Vários aspectos devem ser levados em consideração para ser feito um projeto paisagístico:

- i. Deverá pensar em harmonizar o entorno do loteamento com a ETE;
- ii. Poderá optar pela utilização de plantas que cumpram funções de paisagismo como alternativa técnica para apresentação de fachadas e/ou barreira física (limitação área, barreira Sonora e mitigação de possíveis odores). Evitar plantas que possuam sistema radicular com desenvolvimento excessivo, de modo a danificar tubulações enterradas ou outras estruturas.
- iii. Deverá ser prevista iluminação em todas as etapas de tratamento da ETE, quadros elétricos e casa de química.

Quando a área da ETE for em área restrita deve-se garantir a limitação de acesso. O cercamento da área deverá ser com gradil metálico, na cor azul ou verde, com revestimento em poliéster, assentado em sobre viga de baldrame. O portão de acesso

deverá ter 5 metros de largura e o pátio interno da área da ETE deverá ser integralmente revestido com paver ou lajota sextavada.

A área deverá contar com entrada padrão CELESC de energia e pontos de iluminação suficientes para cobrir a área da ETE.

O perímetro da área interna deverá ser dotada de sistema de drenagem pluvial (canaletas e caixas de passagem).

A pintura do cercamento, portão e tubulações do barrilete deverão seguir o Manual de Identidade Visual da CASAN.

Qualquer corte de terreno junto à área da ETE, com formação de taludes superior à 1 metro de altura, deverá ser revestido com grama em leiva.

Quando houver acesso específico para a área da ETE (servidão de passagem), este deverá obrigatoriamente ser pavimentado com paver ou lajota sextavada, apresentar guias de meio-fio e canaletas de drenagem. Caso ocorram cortes do terreno, com formação de taludes superior à 1 metro de altura, margeando o acesso, estes obrigatoriamente deverão ser revestidos com grama em leiva.

Considerar o trânsito de veículos de médio e grande porte na área da ETE e prever áreas para serviços de manutenção.

4. Operação das unidades de tratamento

O empreendedor deverá apresentar o manual de instalação, operação de uso e manutenção, no qual será elaborado a partir das informações do projeto, contemplando:

- 1) Informações como população máxima de projeto em cada etapa e as vazões de dimensionamento;
- 2) Descrição do funcionamento com diretrizes de operação e manutenção;
- 3) Modelo e características de todos os equipamentos;
- 4) Identificação dos problemas operacionais mais frequentes e procedimentos a serem adotados;
- 5) Procedimento para manutenção preventiva, limpeza periódica, com descrição de cada rotina e sua frequência;

- 6) Identificação de pontos de amostragem, monitoramento da eficiência do sistema;
- 7) Procedimentos de início de operação;

É necessário indicar a qualificação técnica dos profissionais envolvidos na operação e manutenção do sistema, assim como os equipamentos necessários para o controle operacional da ETE.

Deverá ser garantido que a ETE não opere mais que 20% do tempo com vazão superior ao adotado em projeto.

5. Do cumprimento legal para lançamento

Os efluentes líquidos tratados podem ser lançados diretamente nas águas superficiais, desde que atenda parâmetros de lançamento do corpo receptor, fixados na legislação federal, estadual ou municipal, devidamente licenciados pelo órgão ambiental, se aplicável.

Deverá ser dimensionado e detalhado toda o projeto da ETE levando em consideração a avaliação da capacidade de diluição e autodepuração do corpo receptor demonstrando atendimento aos padrões de qualidade no corpo d'água, de acordo com a sua classificação legal. É imprescindível atender aos requisitos ambientais constantes na legislação aplicável e vigente.

O lançamento poderá ser feito de forma direta ou indireta, sendo necessário:

- a. Lançamento direto: Atender a legislação aplicável e prever as proteções adequadas para o lançamento do efluente no corpo receptor de modo a não causar erosão na margem, não causar obstrução no fluxo ou ao trânsito de pessoas, resistir às enchentes ou marés, evitar o refluxo da água.
- b. Lançamento Indireto: Atender a legislação aplicável e proporcionar que o efluente líquido seja compatível com a qualidade da água do ponto de lançamento e, se autorizado lançar em galerias pluviais, é obrigatório atender as exigências ambientais.

Para lançamento de efluentes líquidos no solo, deverá atender a legislação aplicável e por meio de sumidouro ou vala de infiltração, desde que fiquem asseguradas

a salubridade da população vizinha à área de tratamento e a preservação do meio ambiente.

6. Bibliografia

ABNT, NBR. 12209. Elaboração de Projetos Hidráulico-Sanitário de Sistemas de Tratamento de Esgotos, 2011.

CHERNICHARO, C.A.L. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Reatores anaeróbios. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental UFMG, 2007. 379 p.

PHILIPPI, L. S.; SEZERINO, P. H. Aplicação de sistemas tipo wetlands no tratamento de águas residuárias: utilização de filtros plantados com macrófitas. 2004. 144p.

TCHOBANOGLOUS, G., BURTON, F., STENSEL, H. Wastewater engineering: treatment, and reuse. New York: McGraw-Hill, 4th Ed., 2003, 1819 p.

LINKS:

<https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/ete-estacao-de-tratamento-de-esgotos-sanitarios#0>

http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp_doctos/espaco_empreadedor/orientador_empreadedor_cadernotecnico_interior_litoral.pdf

[http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/84B1F21196B56861832573A700509441/\\$File/diretrizes_tecnicas_etes.pdf](http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/84B1F21196B56861832573A700509441/$File/diretrizes_tecnicas_etes.pdf)

http://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/informacoes-tecnicas/mps-versao-2017/modulo_11.2_-_diretrizes_tratamento_esgoto_rev_dez_2017.pdf

<http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/documentos-e-publicacoes/outros-sites/122092011Elaboraodeprojetoshidraulicossanitariosdeestaesdetratamentodeesgotossanitarios.pdf>